

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3383023号
(P3383023)

(45) 発行日 平成15年 3 月 4 日 (2003. 3. 4)

(24) 登録日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 4 D 29/24

識別記号

F I

F 0 4 D 29/24

A

D

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-231859

(22) 出願日 平成 5 年 9 月 17 日 (1993. 9. 17)

(65) 公開番号 特開平7-83194

(43) 公開日 平成 7 年 3 月 28 日 (1995. 3. 28)

審査請求日 平成11年 2 月 4 日 (1999. 2. 4)

前置審査

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 田中定司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社

日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 長岡嘉浩

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社

日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 西田秀夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社

日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 110000062

特許業務法人第一国際特許事務所

審査官 黒瀬 雅一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠心形流体機械

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ケーシング内に軸装した回転軸に羽根車を装着し、該羽根車から流出した流れの動圧を静圧に圧力回復する羽根付きディフューザ又はポリュートケーシングを有する遠心形流体機械において、前記羽根車の羽根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で該側板の外径に略一致させると共に、流路側板部の羽根後縁を流路中央部の羽根後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを羽根後縁厚さより高くなるよう構成したことを特徴とする遠心形流体機械。

【請求項 2】 ケーシング内に軸装した回転軸に羽根車を装着し、該羽根車から流出した流れの動圧を静圧に圧力回復する羽根付きディフューザ又はポリュートケーシングを有する遠心形流体機械において、前記羽根車の羽

2

根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で該側板の外径に略一致させると共に、流路側板部の羽根後縁を流路中央部の羽根後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを羽根後縁厚さより高くなるよう構成したことを特徴とする遠心形流体機械。

【請求項 3】 請求項 1 において、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを羽根後縁厚さより高くなるよう構成したことを特徴とする遠心形流体機械。

【請求項 4】 ケーシング内に軸装した回転軸に羽根車を装着し、該羽根車から流出した流れの動圧を静圧に圧力回復する羽根付きディフューザ又はポリュートケーシングを有し、該羽根付きディフューザの羽根入口部又はポリュートケーシングの舌部の流路幅は羽根車出口流路

幅より狭い流路である流体機械において、前記羽根車の羽根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で流路中央部より外径側に構成し、かつ該側板部羽根後縁の流路幅方向位置を、ディフューザ等の羽根入口流路幅のほぼ半径方向延長線上となるよう構成したことを特徴とする遠心形流体機械。

【請求項5】 ケーシング内に軸装した回転軸に羽根車を装着し、該羽根車から流出した流れの動圧を静圧に圧力回復する羽根付きディフューザ又はボリュートケーシングを有する遠心形流体機械において、前記ディフューザの羽根又はボリュートケーシングの舌部の前縁半径位置を、ディフューザ又はボリュートケーシングの流路側壁部で流路中央部より内径側に構成し、該側壁部羽根前縁の流路幅方向位置を、羽根車出口幅のほぼ半径方向延長線上となるよう構成したことを特徴とする遠心形流体機械。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、給水、送風用に用いるポンプ、圧縮機等の遠心形流体機械に係り、特に広い作動範囲で低騒音低圧力脈動を要求される流体機械に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば、図8に示すボイラ給水ポンプのように長時間連続して運転される遠心形流体機械では、運転効率を上げるため、羽根車1から出た流れの動圧成分を有効に静圧成分に変換する目的で、羽根付きディフューザ2やボリュートケーシングを用いている。しかし、図9に示すように羽根車出口では羽根11間で円周方向に速度分布V2や圧力分布を生じる。この結果、羽根車から出た流れがディフューザ羽根21やボリュートケーシング舌部に周期的に当たり、(羽根車羽根枚数Z×羽根車回転数N)及びその高調波の周波数成分の圧力脈動や騒音が発生し、機器の信頼性や運転環境に悪影響を与える原因となっていた。

【0003】このような流体騒音の低減法として、特開昭57-206799号公報に開示されるように、流体の流れる通路長さを調整することにより脈動を相殺する技術が公知である。また、特開昭58-135397号公報に開示されるように、ディフューザ羽根入口やボリュートケーシング舌部、更に羽根車羽根出口を3次元的にスキューを付けて流路幅方向でひねり、羽根車から出た流れとディフューザ羽根入口やボリュートケーシング舌部との干渉を緩和する技術等が提案されてきた。

【0004】しかし上記第1の先行技術では特殊なダブルボリュートケーシングの場合のみ有効で、一般のディフューザやボリュートには適用できない欠点があり、第2の先行技術では流路幅が狭い場合にはひねりが小さいため干渉低減効果が少なく、一方、流路幅が広い場合には製作上や強度上の問題が出て実用性に乏しい場合が多

い。

【0005】ところで、このような羽根車出口羽根間円周方向の速度分布、圧力分布は、羽根車下流側流路長さが十分長い場合には混合、拡散して一様化する。従って、羽根車羽根出口とディフューザ羽根入口やボリュートケーシング舌部との半径方向間隙を大きくしても圧力脈動、騒音は低減する。しかし、この半径方向間隙拡大を羽根車側板とディフューザ側壁との半径方向間隙まで適用すると、効率の低下や、ディフューザ羽根前縁から逆流を生じるような小流量域での軸方向スラスト増加の原因となる。従って、従来は図10に示すように、羽根車羽根後縁11とディフューザ羽根入口21やボリュートケーシング舌部との間隙41のみを広げ、羽根車側板12とディフューザ側壁22との間の半径方向間隙42は狭く構成していた。

【0006】ところが流路側壁間の半径方向間隙42を小さく保つため、ディフューザ側壁とディフューザ羽根入口までの長さを長くすると、低比速度の流体機械では新たな欠点を生じる。即ち、機械学会論文集B編57巻543号(1991年11月)の図13(P.159)に示されるように、羽根なしディフューザにおいて流入角が小さい場合、 r/r_2 が大きくなる(この出願の図10でいえば、側壁22の内径端からディフューザ羽根入口21までの長さ1が長くなる)と、流路側壁近く21bで流れは失速し逆流9を生じる。従って、ディフューザやボリュートケーシング側壁の内径側への延長は、揚程曲線の右上がり不安定特性の原因となる問題点があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の事項に基づきなされたものであり、従来の製作性や強度で、効率や揚程曲線の特性を犠牲にすることなく、騒音や圧力脈動を低減することを目的としたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために本発明によれば、羽根車の羽根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で該側板の外径に略一致させると共に、流路側板部の羽根後縁を流路中央部の羽根後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを、羽根後縁厚さより高くなるよう構成するものである。また羽根車羽根後縁中央部より外径側となる側板部羽根形状を、羽根後縁中央部で円周方向から定義される羽根角度より小さくなるよう構成するものである。更にディフューザ等の羽根入口部流路幅は羽根車出口流路幅より狭い流路である流体機械において、羽根車側板部羽根後縁の流路幅方向位置を、ディフューザ等の羽根入口流路幅のほぼ半径方向延長線上となるよう構成するものである。

【0009】更にまた、ディフューザの羽根等の前縁半径位置を、ディフューザ等の流路側壁部で流路中央部よ

り内径側に構成し、該側壁部羽根前縁の流路幅方向位置を、羽根車出口幅のほぼ半径方向延長線上となるよう構成するものである。

【0010】

【作用】羽根なし部では流れ方向に平均流速を減速して動圧を静圧に圧力回復するが、壁面付近の流体の速度は壁面での摩擦のために遅くなる。従って、羽根なし部では、図11に示すようにディフューザへの流入角 $\alpha 3$

(流れの円周方向となす角)が小さくなると、流れの半径方向の慣性力($\rho/2$) V^2 m³は半径方向の圧力勾配 ΔP に打ち勝てなくなり内径側に逆流し、正常な圧力回復が得られなくなる。この結果羽根なしディフューザを持つ遠心形流体機械では、流入角の小さい低流量域で揚程曲線が右上がりの不安定特性となることが多い。この傾向は羽根車からの流出角の小さい低比速度の流体機械ほど顕著である。

【0011】上述の羽根なし部での逆流は、流れの半径方向の圧力勾配と、ディフューザ羽根に達するまでに形成される側壁部の境界層厚さとのバランスで決まるため、逆流防止には羽根なし部側壁付近の流れ角を大きくすることが効果的である。この目的で、羽根なし部の側壁の内径端からディフューザ羽根入口までの長さを長くすることなしに流路側壁間の半径方向間隙42を小さく保つため、単に羽根車側板のみを外径方向に延長することがある。しかしこの場合、羽根車出口側板付近の流れは、壁面での摩擦の影響で半径方向には減速、周方向には増速しやすく、かえって流出角は小さくなり、羽根なし部での逆流を防止できない。

【0012】本発明の遠心形流体機械では、羽根車の羽根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で該側板の外径に略一致させると共に、流路側板部の羽根後縁を流路中央部の羽根後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを、羽根後縁厚さより高くなるよう構成しているため、通常強度上の問題を生じないように、羽根の付け根に羽根後縁厚さと同程度のアールがつけられていても羽根車流路側板部付近の流れにも羽根作用を与えることができる。従って、羽根車側板出口まで羽根後縁がない場合と比較してディフューザへの流入角が大きくなり、羽根なし部側壁付近で逆流しにくくなる。一方、主流が流れる羽根車流路中央部の羽根後縁はディフューザ羽根前縁から離れているため、羽根車出口羽根間周方向の速度、圧力分布の影響を与えにくく、圧力脈動、騒音は低減する。

【0013】更に、羽根車羽根後縁中央部より外径側となる側板部の羽根のみを、羽根後縁中央部で円周方向から定義される羽根角度より小さくなるよう形成した場合には、図5に示すように羽根車側板付近のみ相対流出角 $\beta 2'$ を小さくすることができる。従って、全体特性にはほとんど影響なく羽根車側板付近の絶対流出角 $\alpha 2$ が大

きくなるため、羽根なし部側壁付近も流入角が大きくなり、一層逆流しにくくなる。

【0014】一方、ディフューザ等の羽根入口部流路幅が羽根車出口流路幅より狭い流体機械では、羽根車とディフューザ等の流路幅の差を利用することにより、圧力脈動、騒音を低減しながら、羽根なし部側壁付近の逆流を防止できる。即ち、羽根車側板部羽根後縁の流路幅方向位置を、ディフューザ等の羽根入口流路幅のほぼ半径方向延長線上となるよう構成すれば、ディフューザ部側壁部でのみ羽根車外径とディフューザ等の羽根前縁との距離、即ちディフューザ等の流路側壁部長さが短くなる。従って、羽根車出口羽根間周方向の速度、圧力分布の影響をディフューザ等に与えずに、より有効に羽根なし部側壁付近で流入角を大きくできる。

【0015】更に、ディフューザ等の羽根入口部流路幅が羽根車出口流路幅より広い流体機械では、ディフューザ側で羽根車とディフューザ等の流路幅の差を利用することにより、圧力脈動、騒音を低減しながら、羽根なし部側壁付近の逆流を防止できる。即ち、ディフューザの羽根等の前縁半径位置を、ディフューザ等の流路側壁部で流路中央部より内径側に構成し、かつディフューザ等の流路側壁部羽根前縁の流路幅方向位置を、羽根車出口幅のほぼ半径方向延長線上とする。この場合には、羽根なし部側壁付近の流れは、壁面での摩擦の影響で減速する前にディフューザ羽根により周方向から半径方向に起こされ、即ち流れ角は大きくなり逆流を生じにくい。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1から図7により説明する。図1は本発明の遠心形ディフューザポンプの実施例の羽根車付近の断面図である。

【0017】図1において、羽根車1は回転軸3に装着され、回転軸3を介して電動機(図示せず)により駆動される。また羽根車1から出た流れの動圧を静圧に圧力回復するため、羽根付きディフューザ2が羽根車1の外径側に配設されている。羽根車1の羽根11は後縁部が流路側板部11bで流路中央部11aより外径側になるように形成されている。

【0018】羽根なし部側壁付近の流れは壁面での摩擦の影響で減速し、この減速により流れの半径方向の慣性力は半径方向の圧力勾配に打ち勝てなくなり、内径側に逆流する。従って、羽根なし部側壁付近の流れ角を大きくすることにより逆流を防止することができる。

【0019】本発明の遠心形ディフューザポンプでは、羽根車1の羽根11は後縁半径位置を、流路側板部11bで側板12の外径に略一致させると共に、流路側板部11bの羽根11後縁を流路中央部11aの羽根11後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを、羽根後縁厚さより高くなるよう構成している。羽根車出口で側板のみ外径方向に延長した場合には、壁面での摩擦の影響

で流れは半径方向には減速、周方向に増速しやすい。しかし、本実施例では羽根車出口側板付近の流れにも羽根作用を与えることができる。従って、羽根車側板出口まで羽根後縁がない場合と比較してディフューザへの流入角を大きくし、羽根なし部側壁付近の逆流を防止することができる。一方、主流が流れる流路中央部の羽根後縁11aとディフューザ羽根前縁21との羽根間半径方向間隙41は十分離れているため、ディフューザ羽根前縁に羽根車出口羽根間周方向の速度、圧力分布の影響を与えにくく、圧力脈動、騒音は低減する。更に、羽根車側板とディフューザ側壁との半径方向間隙42は従来通り狭いため、ディフューザ前縁から逆流を生じるような小流量域で運転した場合でも、逆流が羽根車側板間部42を通して内径側に入り込みにくくなり、逆流による軸方向スラストの急変は生じない。

【0020】なお羽根車羽根後縁には羽根車出口流れとディフューザ羽根前縁との干渉による流体力が作用する。従って、羽根付け根部の応力集中を緩和するためには、羽根には、通常強度上の問題を生じないように、羽根後縁厚さ t と同程度のアールがつけられるため、羽根幅方向高さ b が羽根厚さ t 以下の場合羽根機能が発揮されなくなる。しかし、羽根中央部より外径側となる側板部羽根後縁11bの幅方向高さ b を、図3bに示すように羽根後縁厚さ t より大きくすると十分羽根作用を発揮することができる。

【0021】図2は従来の羽根車出口の子午面流れを示し、壁面摩擦の影響により羽根車出口で流れは既に側板側で減速している。このため、図3aに示す羽根車流路中央部の流れと比較して、図3bに示す側板付近の流れの流出角は小さくなる。ここで $U2$ は羽根車の外周速度、 $V2$ は流れの絶対速度、 $W2$ は流れの相対速度、 $\alpha2$ は流れの絶対流出角度、 $\beta2$ は流れの相対流出角度、 γ は側板付近の流れを示す。

【0022】図4は本発明の遠心形ディフューザポンプの他の実施例の羽根車の羽根の断面図である。本実施例では、上述の羽根車出口での流れ角の流路幅方向の非一様性を考慮して、羽根車羽根後縁中央部より外径側となる側板部11bの羽根形状を、羽根後縁中央部11aで円周方向から定義される羽根角度 $\beta2$ より小さくなるよう構成している。従って図5に示すように羽根車側板付近のみ相対流出角 $\beta2'$ を小さくすることができる。この結果、全体特性にはほとんど影響することなく羽根車側板付近の流出角 $\alpha2$ が大きくなるため、羽根なし部側壁付近の流れは一層逆流しにくくなる。

【0023】図6は本発明の遠心形ディフューザポンプの他の実施例の羽根車付近の断面図である。本実施例では、両吸込羽根車中央隔壁13の幅を考慮して、羽根付きディフューザの羽根入口部流路幅B3は羽根車出口流路幅B2より狭い。従って、羽根車とディフューザの流路幅の差を利用して、本実施例では羽根車側板羽根後縁

の流路幅方向位置 b を、ディフューザの羽根入口部流路幅B3のほぼ延長線上に構成している。従って、羽根車出口羽根間周方向の速度分布、圧力分布の影響を与えることなく、羽根なしディフューザ側壁部21b付近の流れ角を確実に大きくすることができる。

【0024】なお、本実施例では両吸込形の羽根車の場合で説明したが、羽根付きディフューザの羽根入口部流路幅B3が羽根車出口流路幅B2より狭ければ、片吸込羽根車でも同等の効果を有することはいうまでもない。更に、図6に示すようにディフューザ側壁形状を入口端から羽根前縁までテーパ状に形成すれば、羽根車側板部付近の子午面流速 V_{m2} の遅い流れを縮流により増速するため、羽根なしディフューザ側壁部21b付近の流れ角を一層大きくすることができる。

【0025】図7は、羽根付きディフューザの羽根入口部流路幅B3が羽根車出口流路幅B2より広い遠心形ディフューザポンプに適用した、他の実施例の羽根車付近の断面図である。羽根車とディフューザとの流路幅の差や、図3に示した羽根車出口での流れ角の流路幅方向の非一様性を考慮すると、ディフューザ羽根中央部21aより内径側となる側壁部羽根前縁21bはある程度以上の高さが必要となる。本実施例ではディフューザ羽根中央部より内径側となる側壁部羽根前縁21bの幅方向位置を、羽根車出口幅Bのほぼ半径方向延長線上となるよう構成している。従って、羽根車出口羽根間周方向の速度分布、圧力分布の影響を受けることなく、羽根なしディフューザ側壁部21b付近の流れ角 $\alpha3$ を確実に大きくすることができる。

【0026】以上実施例は遠心形ディフューザポンプに適用した場合で説明したが、本発明は羽根付きディフューザを持つ遠心形の流体機械であれば圧縮機、送風機等気体機械にも有効である。また、羽根車外径側に羽根付きディフューザの代わりにボリュートケーシングを用いた場合でも同等の効果が得られ、特に複数個の舌部がある多重ボリュートの場合には良好な効果が得られる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば羽根車の羽根後縁半径位置を、羽根車流路側板部で該側板の外径に略一致させると共に、流路側板部の羽根後縁を流路中央部の羽根後縁より外径側に構成し、流路中央部の羽根後縁より外径側となる側板部羽根後縁の流路幅方向高さを、羽根後縁厚さより高くなるよう構成しているため、通常強度上の問題を生じないように、羽根の付け根に羽根後縁厚さ t と同程度のアールがつけられていても側面での摩擦の影響で半径方向には減速、周方向には増速しやすい羽根車出口側板付近の流れにも羽根作用を与えることができる。従って、羽根車側板出口まで羽根後縁がない場合と比較してディフューザへの流入角が大きくなり、羽根なし部側壁付近での逆流を防止しながら圧力脈動、騒音は低減することができる。

【0028】更に、羽根車羽根中央部より外径側となる側板部羽根形状を、羽根中央部後縁で円周方向から定義される羽根角度より小さくなるよう構成しているため、羽根車側板付近のみ相対流出角を小さくすることができる。従って、全体性能に影響を与えずにディフューザへの流入角が大きくなり、羽根なし部側壁付近での逆流を防止しながら圧力脈動、騒音を低減することができる。

【0029】更にまた流路幅が広い方の要素の羽根先端を、対抗する要素の流路延長線上に合わせて対抗する要素側へ延長しているため、羽根車出口羽根間周方向の速度分布、圧力分布の影響を与えることなく、羽根なし部側壁付近の流れが壁面摩擦の影響で減速する前に流れを起こすことができ、羽根なし部側壁付近での逆流を防止しながら圧力脈動、騒音を低減することができる。

【0030】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の遠心形ディフューザポンプの一実施例の羽根車付近の縦断面図

【図2】遠心形羽根車出口の子午面の流れの説明図

【図3】流れの速度成分の関係の説明図で、(a)は図2の羽根車羽根I-I断面の流れの速度成分の関係の説明図、(b)は図2の羽根車羽根I-I断面の流れの速度成分の関係の説明図

【図4】図1の羽根車羽根I-I断面の羽根形状図

【図5】図4の羽根車出口流れの速度成分の関係の説明図

【図6】本発明の遠心形ディフューザポンプの他の実施例の羽根車付近の縦断面図

【図7】本発明の遠心形ディフューザポンプの他の実施*

*例の羽根車付近の縦断面図

【図8】従来の遠心形ディフューザポンプの縦断面図

【図9】遠心形羽根車出口の羽根間の流れの説明図

【図10】図8の羽根車付近主要部の縦断面図

【図11】羽根なしディフューザ側壁付近の流れの説明図

図

【符号の説明】

1 …羽根車

11 …羽根車羽根後縁

11a …羽根車羽根後縁中央部

11b …羽根車羽根後縁側板部

12 …羽根車側板

13 …羽根車中央隔壁

2 …ディフューザ

21 …ディフューザ羽根前縁

21a …ディフューザ羽根前縁中央部

21b …ディフューザ羽根前縁側壁部

22 …ディフューザ側壁

3 …回転軸

41 …羽根車羽根とディフューザ羽根との半径方向間隙

42 …羽根車側板とディフューザ側壁との半径方向間隙

5 …水返し羽根

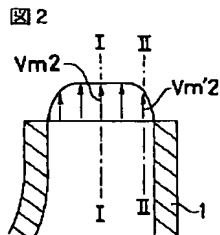
6 …軸受

7 …軸封

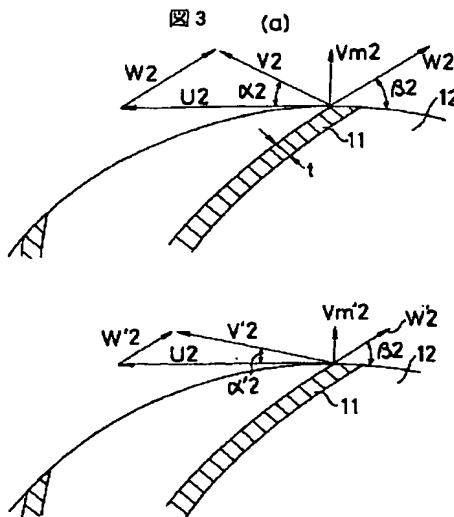
8 …バレルケーシング

9 …逆流

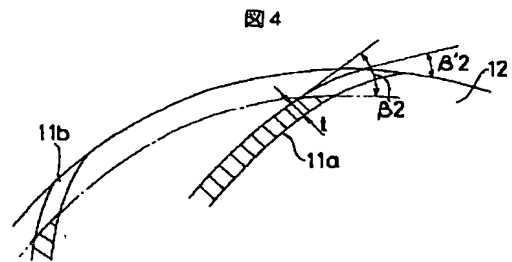
【図2】



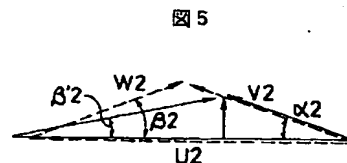
【図3】



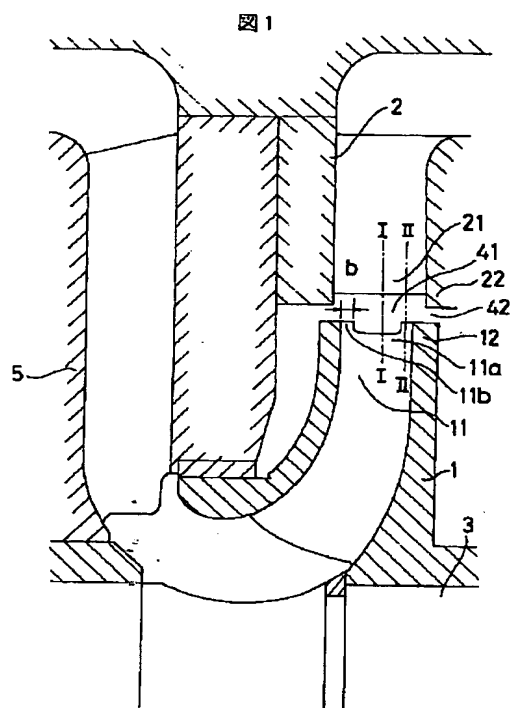
【図4】



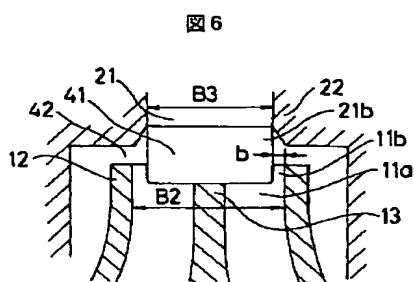
【図5】



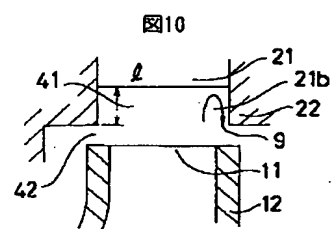
【図1】



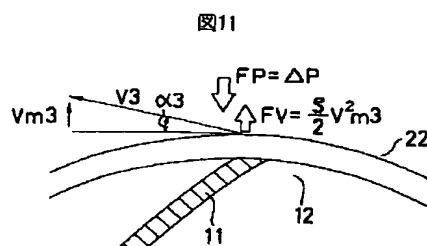
【図6】



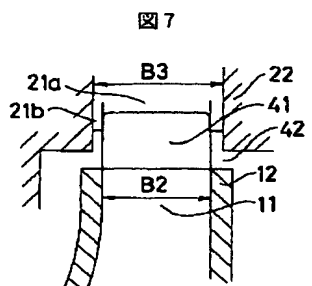
【図10】



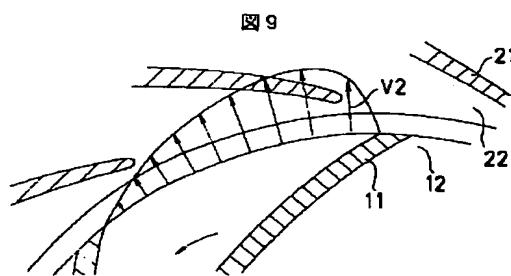
【図11】



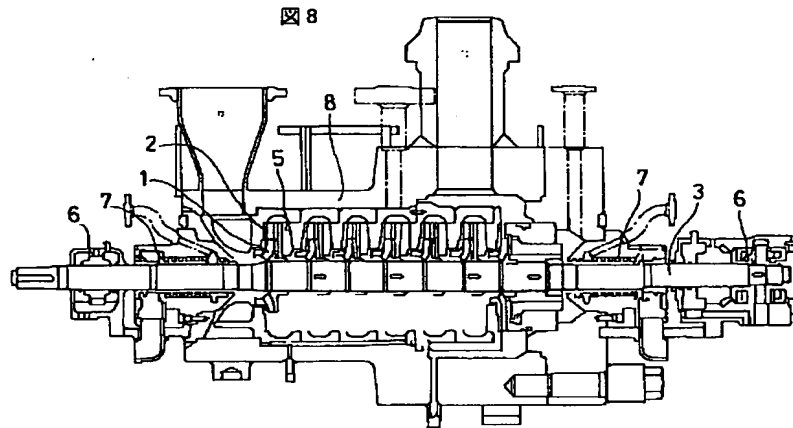
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 小林博美
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
日立製作所機械研究所内

(72)発明者 植山淑治
茨城県土浦市神立町603番地 株式会社
日立製作所土浦工場内

(72)発明者 寺島 信
茨城県土浦市神立町603番地 株式会社
日立製作所土浦工場内

(56)参考文献 特開 昭55-107099 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
F04D 29/24